

MEZCLAS ASFÁLTICAS VIABLES PARA MITIGAR EL EFECTO DEL RUIDO DEBIDO AL TRÁNSITO VEHICULAR EN LOS PAVIMENTOS

Autor
Sandra Bibiana León Moreno

Tutor:
Ing. Javier Camacho.

Programa:
Especializacion en Ingenieria de pavimentos.

Facultad:
Ingeneira Civil.

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA.
2015.



MEZCLAS ASFÁLTICAS VIABLES PARA MITIGAR EL EFECTO DEL RUIDO DEBIDO AL TRÁNSITO VEHICULAR EN LOS PAVIMENTOS

ASPHALT MIXTURES QUALIFIED TO MITIGATE THE EFFECT OF NOISE DUE TO VEHICULAR TRAFFIC ON THE PAVEMENTS

**Sandra Bibiana León Moreno
Ingeniera Civil
Bogota, Colombia
sblm20@Hotmail.Com**

**Fecha de recepción: 2 de diciembre de 2015.
Fecha de aprobación: 4 de diciembre de 2015.**

RESUMEN

El ruido vehicular proveniente de la interacción llanta –pavimento, puede causar el mayor porcentaje de ruido en una ciudad. Dependiendo de factores como las condiciones de tráfico, tipo de vehículo y forma de conducción (aceleración, frenado, ascenso o descenso en curvas), las fuerzas de contacto que varían en el tiempo y por tanto producen vibraciones de la llanta emitiendo un sonido desagradable conocido como ruido.

Dado que para las autoridades ambientales en Colombia no ha sido relevante el impacto ambiental, económico, y social que genera el ruido, y adicional a esto, es un problema para los habitantes de las zonas aledañas a las vías, se pretende mostrar la importancia de la utilización de ciertos tipos de mezclas asfálticas con aportes en absorción de ruido, los cuales se pueden emplear en los pavimentos, y así mitigar el efecto del ruido debido al tráfico vehicular sobre estas.

PALABRAS CLAVES: Ruido, mezclas asfálticas, tráfico,

ABSTRACT

The noise from vehicular pavement on interaction, can cause the highest of the noise in a city, depending on factors such as traffic conditions, type of vehicle and driving behavior (acceleration, braking, cornering ascent or descent); contact forces that vary in the time and this produce vibrations of the sound emitting noise.

Due to so environmental authorities in Colombia this situation is not relevant environmental impact, economic and social impact, generated noise, and additionally it is a problem for the residents of areas near roads, this article is to show the importance of the use of certain types of asphalt mixtures with noise absorption properties, which can be used on pavements and to mitigate the effect of noise due to vehicular traffic on the pavements.

KEYWORDS: Noise, asphalt mixture, traffic.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a que el efecto del ruido proveniente del transporte vehicular en la actualidad no se ha tenido en cuenta de la manera en que se requiere en Colombia, el presente artículo pretende dar una muestra del efecto tan drástico que éste produce a nivel ambiental, social y económico.

Partiendo de lo anterior, se debe implementar medidas correctivas para minimizar los efectos del ruido en las vías debido al tráfico vehicular y de esta manera trabajar con estructuras de pavimento amigables con el medio ambiente y que puedan brindarles a los habitantes de las zonas aledañas en las carreteras, un ambiente mas equilibrado con bajas emisiones de ruido.

Hoy en día, el ruido que se produce por la interacción llanta- pavimento ha cobrado mayor importancia en Colombia, debido a la angustia o intranquilidad de los habitantes circundantes a las vías, por el impacto social, ambiental y económico que esto conlleva.

Se ha observado, que existen avances significativos en otros países en minimizar los efectos de ruido en pavimentos con relación al tipo de ligantes y mezclas asfálticas empleadas. Pues, es claro que, aunque las medidas reductoras sobre la fuente generadora del ruido por tráfico vehicular parecen ser efectivas, las intervenciones sobre el tipo de pavimento por el que circulan los diferentes tipos de vehículos señalan mejores resultados.

En aras de minimizar el problema de contaminación global, el programa de innovación contra el ruido (IPG) del gobierno Holandés ha calculado que por cada decibelio en que se reduce el ruido en su origen se ahorrarían 100 millones de euros en medidas terminales como las barreras acústicas y el aislamiento de los edificios [1].

Por lo anterior, el presente artículo muestra una investigación documental basada en experiencias y resultados obtenidos para los diferentes tipos de rodadura que se puedan emplear, teniendo en cuenta las propiedades que más se ajusten a efectos de absorción del ruido que emite el rodamiento de los diferentes tipos de vehículos, a fin de analizar qué tipo de mezclas cumplen con las características mejoradas en absorción del ruido en los pavimentos como lo son las mezclas porosas, pero, para entender mejor el alcance del artículo, primero se debe conocer y entender el concepto del ruido, pasando por la escala que este maneja según el tipo de vehículo y seguidamente se menciona unos tipos de mezclas aptas para mitigar los efectos que se genera en las carreteras convirtiéndose en una gran alternativa para la solución de esta problemática.

2. CONCEPTOS SOBRE EL RUIDO

El ruido es definido como cualquier clase de sonido fuerte, algunas veces desagradable, que se genera como subproducto del estilo de vida moderno. El sonido esta compuesto por varias frecuencias, pero el oido humano no responde a todas. Se ha encontrado que la escala "A" (dBA), es la que mejor se aproxima a la frecuencia de respuesta del oido humano. La escala de decibeles se encuentra comprendida entre 0 dBA(el umbral de oido humano), hasta 140 dBA, donde pueden ocurrir serios trastornos auditivos.

Debido a que la escala de decibeles es logarítmica, cuando se duplica la fuente generadora de ruido, el nivel de ruido solo se incrementa en 3dBA. Si se tiene una fuente generadora de ruido colocada a un metro de distancia generando 85dBA, y esta distancia es duplicada, se obtiene una disminución de 6 dBA. Los niveles de ruido en una carretera generalmente se encuentran entre 55 y 80 dBA medidos desde uno de los costados de la misma. En la figura 1, se muestra la diferencias.

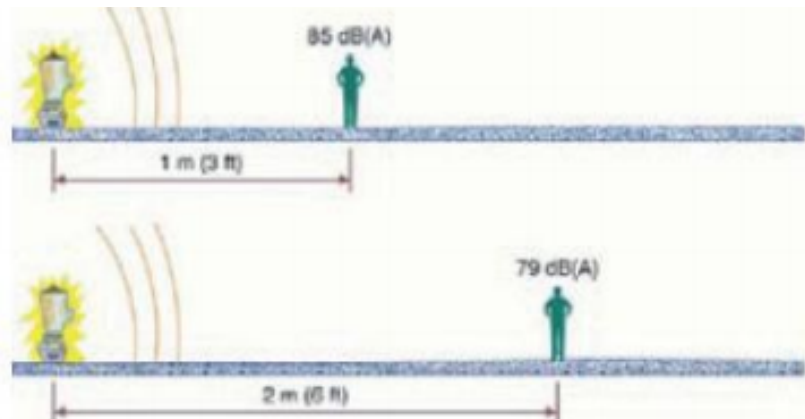


Figura 1: Efecto de la distancia en el ruido generado
Fuente: Transportation partnership Program, WSDOT- 2005

El fenómeno del ruido, se puede particularizar analizando detalladamente sus principales fuentes. Un aspecto que se debe considerar por ser el que contribuye en mayor medida al ruido ambiental, es el de los medios de transporte, pues como se puede observar en la Figura 2, el 80% de la contaminación por ruido generada en las ciudades procede del tráfico vehicular.

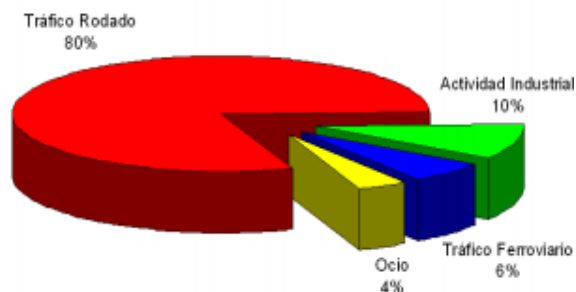


Figura 2: Contribución a la contaminación acústica en ciudades
Fuente: B. García Sanz, F.J. Garrido [2].

En la actualidad existen pruebas de que el ruido del tráfico vehicular por encima de 65 Db(A) durante el día aumenta en un 20% el riesgo de sufrir ataques al corazón en los hombres. En Alemania se calcula que aproximadamente el 3% de los infartos de miocardio se deben al ruido generado por el tráfico vehicular [3,4].

2.1 ESCALAS DE RUIDO SEGÚN TIPO DE VEHÍCULO

La velocidad es un factor que influye en la producción del ruido en un pavimento, por lo que a continuación en la Figura 3, se observa como aumenta la escala del ruido si aumenta la velocidad del vehículo.

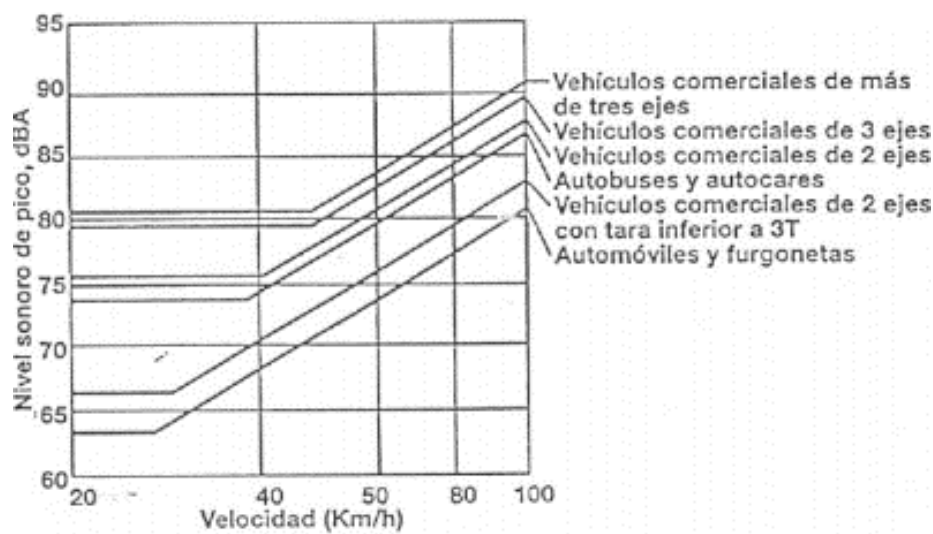


Figura 3: Influencia de la velocidad en el ruido emitido por distintas categorías de vehículos
Fuente: Felipe Rusa [5].

3. CAUSAS DEL RUIDO VEHICULAR

Se ha encontrado que existe una relación directa y exponencial entre el nivel de desarrollo de un país y el grado de contaminación acústica que impacta a su población, ello por cuanto aumenta el número de vías y el tráfico vehicular, así como el ruido proveniente del sector industrial [6].

En Estados Unidos la principal fuente externa de ruido es el transporte, seguido de la industria, la construcción, diversas actividades humanas y los animales [7]. El crecimiento poblacional y urbano ha sido un aspecto relevante de la contaminación por ruido vehicular.

4. RUIDO EN LOS PAVIMENTOS

El ruido vehicular se ha constituido en una problemática ambiental creciente que se expresa mayormente en las ciudades modernas y al cual se le ha prestado poca atención en los países en vías de desarrollo, como el nuestro. Esta situación motiva a realizar un acercamiento al estado del arte de esta problemática, procurando no sólo una revisión amplia y rigurosa que identifica sus principales causas y consecuencias, sino también, sus soluciones a la luz del contexto propio de los países en vías de desarrollo.

El ruido de tráfico es el originado por el movimiento de los vehículos sobre una vía, incluyendo todas las posibles fuentes de ruido presentes en el vehículo. De acuerdo con la fuente del ruido, puede clasificarse como ruido de propulsión, el cual incluye el motor, el escape, la entrada de aire al moverse el vehículo y otros componentes del tren de potencia, pero el ruido de la interacción llanta- pavimento, es la causa principal de la emisión de ruido, por lo que se presenta a velocidades superiores a 48,3 Kilómetros por hora [8].

La interacción llanta- pavimento, es la de mayor interés, ya que ésta interacción puede causar el 90% del ruido, dependiendo de factores como las condiciones de tráfico, tipo de vehículo y forma de conducción (frenado, aceleración, ascenso o descenso en curvas) [9].

Para situaciones donde existe congestión en el tráfico y los vehículos no circulan con fluidez a una velocidad constante, el ruido general es importante, por lo que los beneficios dados por los pavimentos sonorreductores son reducidos. Dado que a causa del tráfico rodante en vehículos que transitan a medias y altas velocidades, es mayor la emisión de ruido, se debe conocer los mecanismos que

influyen en la propagación de este, tales mecanismos se pueden clasificar como vibratorios y aerodinámicos y ambos dependen de la textura del pavimento.

En los efectos que se producen de tipo vibratorio están los de tipo radial, tangencial, adhesividad neumático-pavimento. Las vibraciones de tipo radial se originan por el efecto contacto/abandono del pavimento, comprimiendo y descomprimiendo el pavimento debido al impacto en función de la velocidad del vehículo y a la rigidez de los compuestos de la goma, en la Figura 4, se muestra el detalle de las vibraciones de tipo radial en el neumático.



Figura 4: Detalle de los mecanismos de tipo radial en el neumático
Fuente: M. Bergmann. Noise generation by tyre vibration

Las vibraciones de tipo tangencial se producen por la deflexión de los tacos del relieve del neumático, pero en el sentido de la marcha, ver Figura 5, además, existen vibraciones en los neumáticos por la alternancia de comprensiones y expansiones de la carga por eje y de la presión de inflado, estas vibraciones en frecuencias medias y altas son de importancia ya que aumentan el ruido en los pavimentos.

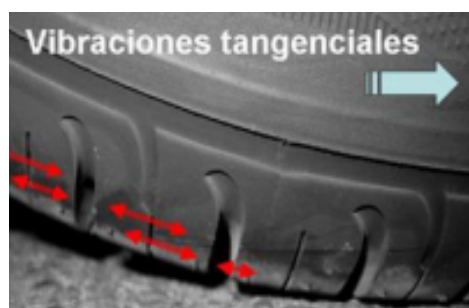


Figura 5: Detalle de los mecanismos de tipo tangencial en el neumático
Fuente: M. Bergmann. Noise generation by tyre vibration

También relacionados con los movimientos tangenciales se encuentran los mecanismos de adherencia llanta-pavimento, el cual produce un efecto de pegado

despegado entre la superficie del pavimento y el relieve de la llanta o neumático, ver Figura 6.

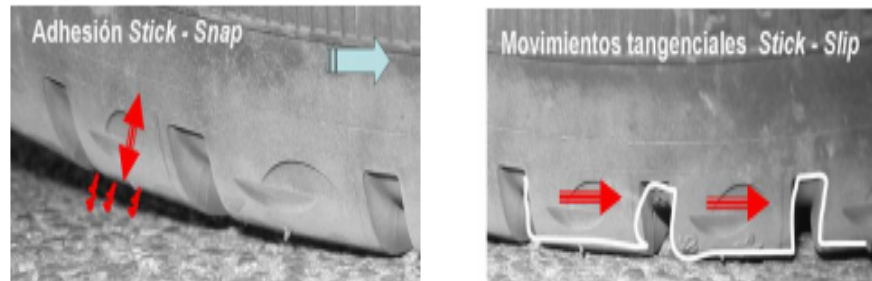


Figura 6: Detalle de los mecanismos de tipo adherencia llanta-pavimento
Fuente: M. Bergmann. Noise generation by tyre vibration

En cuanto a los mecanismos aerodinámicos, que se dan debido a la compresión y expansión del aire atrapado en las cavidades de la llanta y la superficie del pavimento ver Figura 7, se relaciona con el incremento y la reducción del ruido final.

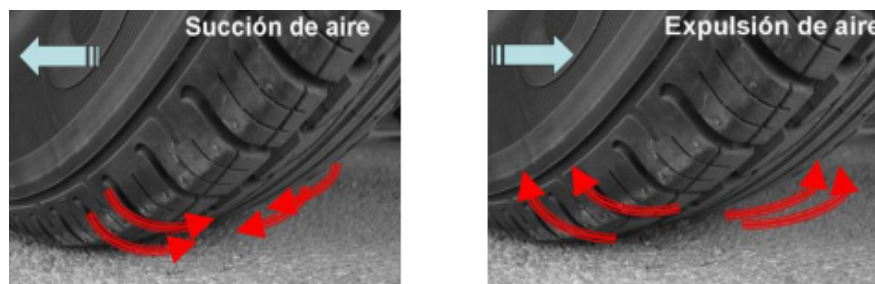


Figura 7: Detalle de los mecanismos aerodinámicos en el neumático
Fuente: M. Bergmann. Noise generation by tyre vibration

Ambos mecanismos, vibratorios y aerodinámicos dependen del tipo de mezcla, ya que para los mecanismos aerodinámicos, el ruido aumenta en superficies de mezclas muy lisas y disminuyen cuando son mezclas rugosas con longitud de onda menor o igual a 10 mm[8], mientras que los de tipo vibratorio emiten un mayor ruido en mezclas más rugosas, por lo que se debe utilizar mezclas con macrotextura reducida.

Diferentes autores concluyen que las mezclas porosas con la red de huecos interconectados son responsables de la reducción de ruido generado por los mecanismos mencionados anteriormente [10]

5. MEZCLAS DE BAJA SONORIDAD

Los aspectos funcionales de una mezcla están principalmente asociados con la textura y regularidad superficial del pavimento. Por lo que la microtextura, es necesaria para conseguir una buena adherencia, mientras que la macrotextura es necesaria para mantener esa adherencia a altas velocidades con el pavimento mojado, de igual forma, ésta mejora también la visibilidad con pavimento mojado, elimina o reduce los fenómenos de reflexión de la luz, que tienen lugar en los pavimentos lisos mojados, y mejora la percepción de las marcas viales, pero produce un mayor desgaste de los neumáticos y suelen resultar ruidosos.

Ha sido difícil potenciar todas las características de un pavimento, pues si se mejoran unas, se afectan otras, por lo que desde los años 1980, se ha trabajado con las mezclas microaglomeradas con mejores características para ser utilizadas como capas de rodadura.

5.1. CAPAS DRENANTES DE RODADURA

Las capas de rodadura drenantes constituyen un tipo particular de pavimento que fue inicialmente concebido para mejorar la circulación con lluvia y evitar el problema de hidroplaneo.

La presencia de agua sobre el pavimento dificulta el contacto del neumático con la superficie de la carpeta, dando lugar a que se produzcan con mayor facilidad ocasiones para el deslizamiento y el vuelco de los vehículos que circulan a altas velocidades. Con el fin de mejorar la adherencia neumático-pavimento con lluvia o en presencia de agua, se desarrollo este tipo de pavimento que facilita la evacuación del agua a su través y el contacto neumático-pavimento. Las capas de rodadura drenantes presentan una superficie lisa, sin resaltos, pero con numerosas oquedades. Estas oquedades, comunicadas entre sí, confieren al pavimento una alta macrotextura, del orden de 1,5 a 2,5 mm de profundidad, medida con el ensayo de mancha de arena. Esta macrotextura hace que estos pavimentos mantengan elevada la adherencia neumático-pavimento a altas velocidades. Otra de las ventajas, cada vez más importante, de este pavimento, es que ofrece una rodadura silenciosa. En los pavimentos densos un aumento de macrotextura supone un aumento del nivel sonoro, mientras que estos

pavimentos, a igual textura, son más silenciosos e incluso absorben el ruido del motor.

De otra parte, en la Figura 8, se observa que para elegir un determinado tipo de pavimento, es esencial comparar las características que tiene otras clases de pavimentos y optar por elegir las mezclas que poseen mayor efecto de absorción del ruido; como se muestra, las mezclas porosas solo emiten un ruido en los intervalos del 69 al 78 Decibeles mucho menor que las mezclas bituminosas, que los tratamientos a las capas de rodadura y por supuesto a las capas en adoquín.

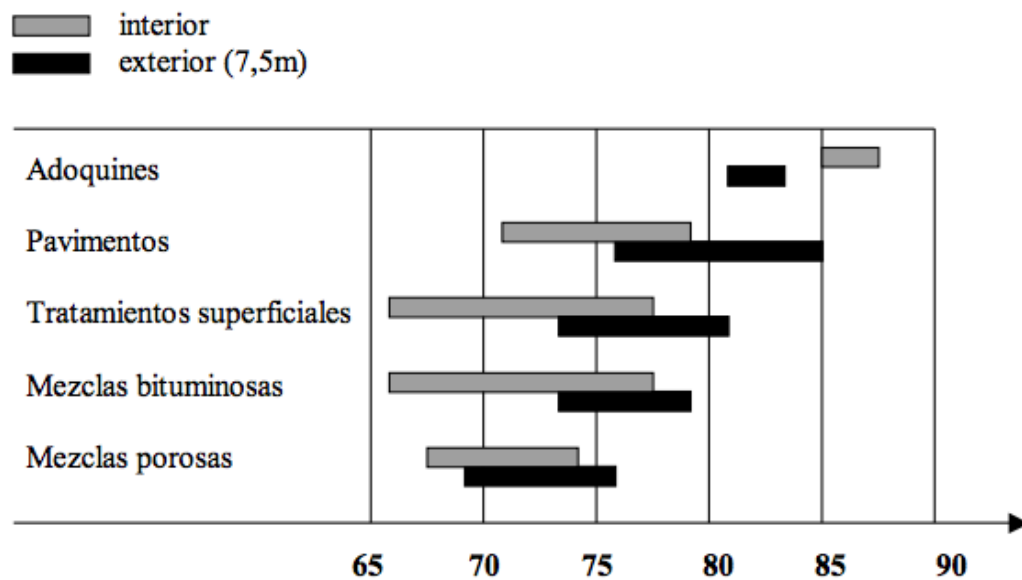


Figura 8: Efecto al adicionar nuevas fuentes de ruido
Fuente: Descornet, 1988

5.2. MICROAGLOMERADOS DISCONTINUOS EN CALIENTE

Al igual que las mezclas porosas, los microaglomerados discontinuos proporcionan capas de rodadura de altas prestaciones, con buenas características en cuanto a resistencia a figuración, resistencia a deformación plástica, durabilidad, sonoridad, comodidad y seguridad.

El empleo de microaglomerados de granulometría discontinua que permiten obtener una superficie de rodadura muy lisa y de macrotextura negativa, hace que los mecanismos de generación de ruidos se vean amortiguados. Apenas existen excitaciones que produzcan vibraciones o deformaciones de los neumáticos y los

fenómenos de compresión y expansión de bolsas de aire se ven disminuidos por la elevada macrotextura del pavimento. Diversas mediciones efectuadas indican reducciones del nivel sonoro de 1,5 a 2 dB(A) con pavimento seco, y de 2 a 5 dB(A) con pavimento mojado, respecto a las mezclas habituales para capas de rodadura, aunque en cualquier caso, no alcanzan el nivel conseguido por las mezclas drenantes[11].

Para garantizar una adecuada durabilidad, estas mezclas finas, de granulometría discontinua, deben presentar una elevada resistencia a la abrasión, sin que, debido a su elevado contenido de ligante, se produzcan problemas de escurrimiento durante el transporte de la mezcla, ni aumente el riesgo de deformaciones plásticas.

En los últimos años, la solución más aceptada en países europeos, para reducir la generación y propagación de la emisión del ruido originada por el tráfico, ha sido la utilización de mezclas bituminosas porosas como capa de rodadura. Por lo que uno de los parámetros más importantes que influyen en la absorción acústica es el contenido de huecos en la mezcla.

En la Figura 9, se puede comparar la gran diferencia en el comportamiento acústico en cuanto a absorción del ruido entre unas mezclas con bajo contenido en huecos (D-18 y S-12) y otras con un alto contenido (PA-12). Se puede apreciar que mientras las superficies densas y semidensas, reflejan en gran medida el sonido que les incide, multiplicando la intensidad final que llega al receptor, las superficies porosas absorben gran cantidad de esta inmisión, no solo la generada por la interacción entre neumático y pavimento, disminuyendo los mecanismos aerodinámicos al igual que los procedente de la parte mecánica del vehículo.

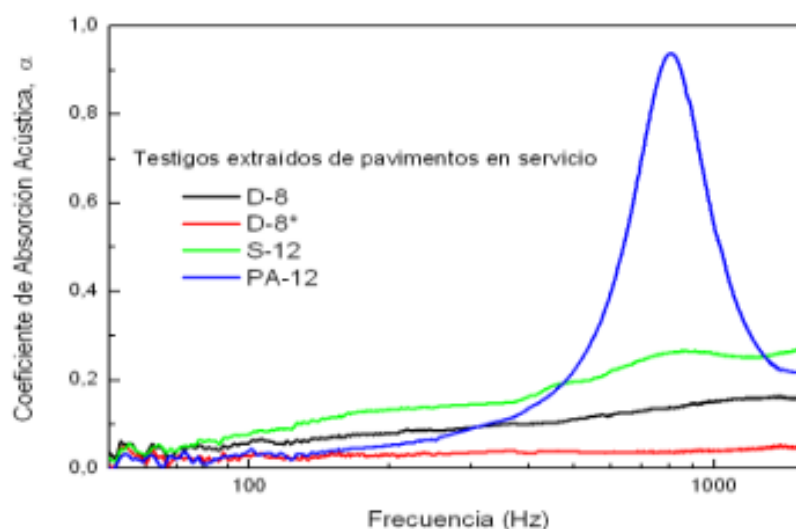


Figura 9: Comparación de espectros de absorción acústica en mezclas densas (D-8), semidensas (S-12) y porosas (PA-12)

Fuente: Moisés Bueno Pacheco [12].

6. CONCLUSIONES

Con el objetivo de ofrecer mejoras a los pavimentos para suplir las falencias que causan impacto negativo a nivel ambiental, social y económico, se crearon unas mezclas en pavimentos que mitigan la incidencia del ruido en carreteras, siendo pavimentos más seguros, y amigables con el medio ambiente. Tales pavimentos son conocidos como mezclas porosas y mezclas microaglomeradas, las primeras poseen características de absorción del ruido, además de eliminar el agua de la superficie del pavimento, evitando el problema del hidroplaneo, las segundas aunque tienen menor capacidad de absorción del ruido en comparación con las mezclas porosas, desarrollan mayor flexibilidad y resistencia a la fatiga debida a los efectos de las cargas del tránsito.

En relación a las mezclas relacionadas anteriormente, la megatextura en un pavimento, garantiza una porosidad que previene la creación de altos gradientes de presión en los contactos de la interacción entre rueda y pavimento. La porosidad permite una mayor absorción y disipación de las ondas sonoras, no sólo de las generadas por el sistema rueda/pavimento sino por otras fuentes de ruido del vehículo.

El parámetro más importante en materia de reducción de ruido es la porosidad, expresada como el contenido residual de huecos de aire. Y a mayor porosidad, mayor reducción de ruido. Sin embargo, una alta porosidad entra en conflicto con la resistencia mecánica y la durabilidad requerida. El rango de diseño está entre 20 y 32 % del contenido de huecos.

Así que teniendo en cuenta lo anterior, y observando el aporte que las investigaciones han realizado desde el punto de vista integral, al tratar de aportar estos avances para mitigar el impacto del ruido al medio ambiente, a la sociedad y la economía, se concluye que por capacidad de absorción del ruido, las mezclas porosas, desarrollan características para mejorar no solo la absorción del ruido, sino aportan mejores cualidades a nivel, funcional, estructural.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Ministry of Transport, Public Work and Water Management of the Netherlands. Noise Innovation programme for road rail traffic (IPG) 2006-2007.

[2] B. García Sanz, F.J. Garrido. La Contaminación acústica en nuestras ciudades

[3] W. Babisch, B. Beule, M. Schest, N. Kersten, H. Ising. Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology*, 16(2005).

[4] Informe sobre la salud en el mundo, 1999.

[5] Felipe Rusa. El ruido producido por la circulación

[6] W. Babisch. Transportation noise and cardiovascular risk: Updated review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased. *Noise and Health*, 8(2006).

[7] United States Environmental Protection Agency, Noise: A Health Problem, August 1978.

[8] M. Bergmann. Noise generation by tyre vibration

[9] Sachakami, Punnamee y Dai, Liming. Road and tyre emission assesment with closed proximity method on an asphalt rubber concrete pavement. Ed. Transportation Association of Canada. Saskatoon: s.n., 2007

[10] Rasmussen, Robert Otto et al. The Little Book of Quieter Pavements. Office of Pavement Technology, Federal Highway Administration. Washington, DC: s.n., 2007. Pag. 2, InformeFinal.

[11] Rodrigo Miró Recasens. Pavimentos de baja sonoridad

[12] Moisés Bueno Pacheco. Caracterización Acústica de Mezclas Asfálticas para atenuar la contaminación Sonora. Junio 2010.